

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-325786  
 (43)Date of publication of application : 08.12.1998

(51)Int. Cl. G01N 1/28  
 G01N 1/32  
 H01L 21/66

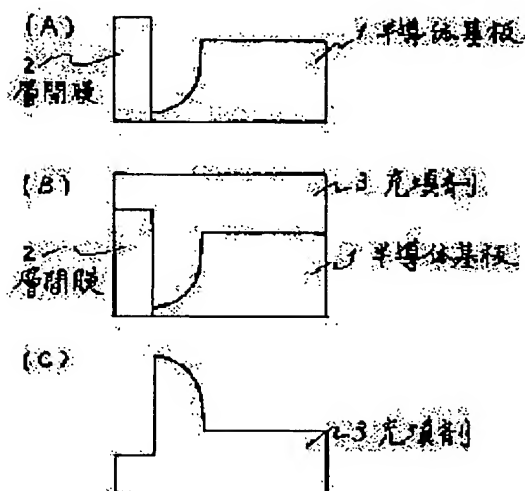
(21)Application number : 09-135128 (71)Applicant : NEC CORP  
 (22)Date of filing : 26.05.1997 (72)Inventor : KAMEYAMA AKIKO

## (54) MEASURING METHOD FOR CONCENTRATION PROFILE

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a measuring method in which the two-dimensional distribution of a dopant concentration in the diffusion layer of a semiconductor device can be measured with good reliability even in a high-concentration region.

SOLUTION: A semiconductor substrate 1 is etched by an etchant whose etching amount of a semiconductor depends on its dopant concentration. A filler 3 is filled so as to bury an etched shape. The filler 3 is separated from the semiconductor substrate 1, and the shape of the filler 3 is measured. Data which indicates an etching amount with reference to the dopant concentration is established in advance. The dopant concentration is computed from the measured shape of the filler 3 on the basis of the data, and a profile is obtained.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.05.1997  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection] 03.07.2001  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number] 3266050  
 [Date of registration] 11.01.2002  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2001-13595  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 02.08.2001  
 [Date of extinction of right]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-325786

(43) 公開日 平成10年(1998)12月8日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

F I

G 0 1 N 1/28

G 0 1 N 1/28

M

1/32

1/32

B

H 0 1 L 21/08

H 0 1 L 21/08

N

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-135128

(22) 出願日

平成9年(1997)5月26日

(71) 出願人

000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者

亀山 明子

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株

式会社内

(74) 代理人

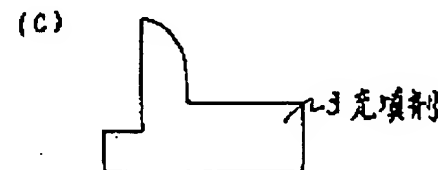
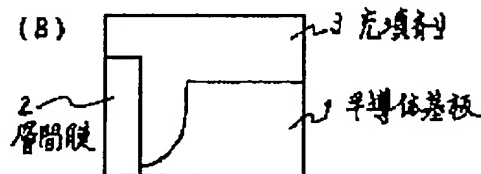
弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 濃度プロファイルの測定方法

(57) 【要約】

【課題】 半導体装置の拡散層におけるドーパント濃度の2次元分布を、高濃度領域においても信頼性良く測定する。

【解決手段】 半導体のエッチング量はそのドーパント濃度に依存するようなエッチング液で半導体基板1をエッチングする。このエッチングされた形状を埋め込むように充填剤3をつめる。充填剤3を半導体基板から分離し、この充填剤形状を測定する。あらかじめドーパント濃度に対するエッチング量を示したデータをとっておき、これに基づいて測定した充填剤形状からドーパントの濃度を算出し、プロファイルを得る。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体のエッチング量がそのドーパント濃度に依存するようなエッチング液で半導体の所望の部位をエッチングした後、エッチングされた形状を埋め込むように充填剤をつめ、この充填剤形状を測定することで半導体のドーパントの濃度プロファイルを測定することを特徴とする濃度プロファイルの測定方法。

【請求項 2】 前記充填剤の材料は、合成樹脂、天然樹脂、粘土類もしくは石膏類であることを特徴とする請求項 1 記載の濃度プロファイルの測定方法。

【請求項 3】 前記充填剤形状の測定は、探針の走査によって形状をトレースする方法で行うことを特徴とする請求項 1 記載の濃度プロファイルの測定方法。

【請求項 4】 前記埋め込まれた充填剤を前記半導体から取り外す、もしくは前記充填剤を埋め込んだあと前記半導体基板をエッチング除去する、ことにより得られた前記充填剤形状を測定することを特徴とする請求項 1 記載の濃度プロファイルの測定方法。

【請求項 5】 半導体のエッチング量がそのドーパント濃度に依存するようなエッチング液で半導体の所望の部位をエッチングした後、エッチングされた形状を測定することで、半導体のドーパントの濃度プロファイルを測定する工程と、エッチングされた形状を埋め込むように充填剤をつめ、この充填剤形状を測定することでドーパントの濃度プロファイル測定する工程とを有し、前記エッチング形状が凹部を有する部位では前記充填剤形状を測定することでその濃度プロファイル測定することを特徴とする濃度プロファイルの測定方法。

【請求項 6】 前記充填剤の材料は、合成樹脂、天然樹脂、粘土類もしくは石膏類であることを特徴とする請求項 5 記載の濃度プロファイルの測定方法。

【請求項 7】 前記エッチングされた形状の測定および前記充填剤形状の測定は、探針の走査によって形状をトレースする方法で行うことを特徴とする請求項 5 記載の濃度プロファイルの測定方法。

【請求項 8】 前記埋め込まれた充填剤を前記半導体から取り外す、もしくは前記充填剤を埋め込んだあと前記半導体基板をエッチング除去する、ことにより得られた前記充填剤形状を測定することを特徴とする請求項 5 記載の濃度プロファイルの測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体のドーパント濃度プロファイルの測定方法に係わり、特に拡散層におけるドーパントの 2 次元濃度プロファイルの測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体デバイスの微細化に伴い様々な課題が生じており、なかでもゲート長が短くなるにつれてしきい値電圧が上がる短チャネル効果は大きな問題であ

る。

【0003】 この短チャネル効果に対する知見を得るためにシミュレーションなどによる検討が行われているが、更に信頼性良く半導体デバイス設計を行うためには、拡散層領域におけるドーパントの 2 次元濃度プロファイルを測定することが必要である。

【0004】 従来、ドーパントの 1 次元濃度プロファイルの測定には、2 次元イオン質量分析 (SIMS) や拡がり抵抗測定 (SR) の方法が用いられてきた。ところが、これらの方法は深さ方法には適用できるものの、2 次元測定はできなかった。

【0005】 近年、SIMS にマッピングとよばれる 2 次元表示モードが加わったが、SIMS のプローブ径は通常ミクロンオーダーであるため、拡散層の評価には分解能が不十分である。

【0006】 また、たとえ SIMS のプローブ径をより小さくすることができたとしても、測定原理上これに伴って感度が劣化することから、実用の観点から SIMS ではドーパントの 2 次元濃度プロファイルを得ることができない。

【0007】 ドーパントの 2 次元濃度プロファイルを高い分解能で測定するために、顕微鏡を利用した方法が提案されている。走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いる方法は、例えば Venables 等が Proc. 3rd Intern. Workshop on the Measurements and Characterization of Ultra-Shallow Doping Profiles in Semiconductors, 43. 1 (1995) で発表しているが、絶縁物のチャージアップや形状によるコントラストが、ドーパントの濃度に依存する 2 次電子放出によるコントラストの信頼性を下げるといった欠点がある。

【0008】 このため、化学的エッチング法を利用する方法が提案されている。半導体のエッチング量がドーパントの濃度に依存するようなエッチング液でエッチングを行い、エッチングされた形状を測定することによって、ドーパントの濃度に対応させるという方法である。

【0009】 エッチングされた形状の測定手段として、透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いる方法を、例えば Spinella 等が Proc. 3rd Intern. Workshop on the Measurements and Characterization of Ultra-Shallow Doping Profiles in Semiconductors, 42. 1 (1995) で提案している。しかしながら TEM を用いるこの方法は、試料の作製に時間がかかる欠点がある。

【0010】 そこで、エッチングされた形状の測定手段として、走査型プローブ顕微鏡 (SPM) を用いる方法が提案されている。図 5 に示すように、例えばシリコン

などの半導体基板1の表面の一領域に、イオン打ち込みなどによって形成されたドーパント導入部5をもつ測定対象物を用意する。この半導体基板1の表面全域にドーパント導入部5をも覆って、レジスト膜等の表面保護膜を塗布した後、図5のA-A線に沿って前記半導体基板1を、その表面においてドーパント導入部5を横切るように切断する。これにより切断された面は露開面となり、その表面を洗浄した後、例えばフッ酸：硝酸：水=1：100：25の組成比をもつエッチング液など、半導体のエッチング量がそのドーパント濃度に応じて依存するような化学エッチング液を用いて、液温30±0.5℃・1分間エッチングする。このようなエッチングを行うことにより、露開面の各位置でその場所のドーパント濃度に対応した量だけ半導体がエッチングされることになる。つづいて上記表面保護膜を除去し、ドーパント導入部5のエッチング状態を示すエッチング表面を半導体基板1の表面側から露呈させた後、走査型プローブ顕微鏡でエッチング形状を測定する。

【0011】走査型プローブ顕微鏡のうち、最初に用いられたのは、特開平4-111337号公報に示すように走査型トンネル顕微鏡であった。図6に示すように、エッチングされたドーパント導入部6が形成された半導体基板1と走査型トンネル顕微鏡7の探針との間に電圧を印可させることにより、これらの間にいわゆるトンネル電流を生じさせ、このトンネル電流を一定に保ちながら、露開面8に対して垂直な方向から走査型トンネル顕微鏡7の探針を走査するものである。しかしながら走査型トンネル顕微鏡では、探針と試料表面との間に生じるトンネル電流を測定するという原理から、絶縁物の測定は不可能であり、表面酸化膜の除去など表面処理にデータの質が作用されるという問題がある。

【0012】このため、探針と試料表面との間にはたらく引力や斥力を測定する原子間力顕微鏡を走査型トンネル顕微鏡の替わりに用いる方法が提案され、酸化膜などの絶縁膜が通常パターン化されている半導体装置のドーパント濃度分布測定には、これが主流となっている。例として、Raineri等のAppl. Phys. Lett., 64, 355 (1994) による、p型拡散領域に対しフッ酸：硝酸：酢酸=1：3：8のエッチング液で強い紫外線を照射しながらエッチングを行い、原子間力顕微鏡を用いて測定した例を、図9を用いて説明する。

【0013】半導体基板1に、ゲート9をマスクとして拡散層10をドーパントのイオン注入法によって形成する。この拡散層領域の断面に、フッ酸：硝酸：酢酸=1：3：8のエッチング液で強い紫外線を照射しながら3秒間エッチングを行う。このときのエッチング液は、半導体のエッチング量がそのドーパント濃度に応じて依存しているから、拡散層10は図9に示すようにドーパントの濃度に応じたエッチング量でエッチングされる。

【0014】つづいてエッチングされた拡散層10の形状を原子間力顕微鏡4の探針12の先端で測定する。一方、あらかじめ、ドーパント濃度に対するエッチング量を示したデータを用意しておく。このデータに基づいて、原子間力顕微鏡4で測定したエッチング形状、すなわちエッチング量からドーパント濃度を算出し、2次元濃度プロファイルを得ている。このとき得られる濃度プロファイルの検出下限は、ドーパントの溶解濃度1018 cm<sup>-3</sup>程度である。

【0015】ところがこの方法では、濃度差によるエッチング量の差を大きくすると、表面にごく近い部分で濃度分布が合わないという欠点が生じる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】 このように表面にごく近い部分で濃度分布が合わないのは、エッチングされた半導体の形状が急峻に傾いているためである。

【0017】拡散層形成技術の中で、ドーパントを含むイオンを加速して半導体に打ち込むイオン注入技術は、制御性・再現性に優れた技術として広く用いられている。この方法によって打ち込まれたドーパントの濃度は、図7に示すように表面近くにピークをもっている。一方、シリコンのエッチング液としてよく用いられるフッ酸-硝酸系のエッチング液のドーパント濃度の依存性は、図8に示すように高濃度領域ではエッチング量が急激に増大する。

【0018】もう一度図9を用いて従来技術の問題点を説明する。図9は、半導体基板1にゲート9をマスクとしてドーパントイオン注入法によって形成した拡散層領域の断面に、半導体のエッチング量がそのドーパント濃度に応じて依存するような化学エッチング液を用いてエッチングを行った場合の半導体のエッチング形状を示している。拡散層10はドーパントの濃度に応じたエッチング量でエッチングされるが、ドーパント濃度は表面近くで最大であることから、エッチング量も表面近くで最大となる。すなわち、図10に示すようにエッチングが起らない層間膜2の高い壁から急峻に落ち込む形状となる。

【0019】すなわち図10は図9の側面11側から見た断面図である。半導体基板1は、層間膜2の端近くから急峻に落ち込んでいる。この表面形状を原子間力顕微鏡でトレースする場合、原子間力顕微鏡の探針（探針先端）12はエッチング形状の底に入りきらず、測定軌跡13は図10に示すように層間膜2に近い形状の急峻な部分で実際の形状とのずれを生じる。すなわちドーパント濃度の高い領域で、正しいプロファイルが得られなくなるのである。

【0020】このような従来技術の欠点を鑑み、本発明は、高濃度領域においても測定が可能であるドーパント濃度の2次元濃度プロファイルの測定方法を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明の特徴は、エッチングによって抉れた凹の形状を埋め込むように充填剤をつめ、この充填剤の凸の形状を測定し、あらかじめ測定しておいたドーパント濃度に対するエッチング量を示したデータに基づいてドーパント濃度プロファイルを求める濃度プロファイルの測定方法にある。

【0022】本発明の他の特徴は、エッチングされた形状を測定する工程と、エッチングによって抉れた凹の形状を埋め込むように充填剤をつめ、この充填剤の凸の形状を測定する工程とを有し、エッチング形状が凹部を有する部位では前記充填剤形状をもとに、あらかじめ測定しておいたドーパント濃度に対するエッチング量を示したデータに基づいてドーパント濃度プロファイルを求める濃度プロファイルの測定方法にある。

【0023】上記それぞれの測定方法において、充填剤の材料は埋め込んだ形状を固体或いはゲルとして保存できるものなら適用可能であり、例えば合成樹脂（エポキシ樹脂等）や天然樹脂（虫口ウや松ヤニ等）を用いることができ、さらに粘土類や石膏類などをもちいることもできる。また充填剤形状の測定又はエッチングされた形状の測定および充填剤形状の測定は、原子間力顕微鏡、走査型トンネル顕微鏡または触針式高度測定計などの探針の走査によって形状をトレースする方法であることができる。さらに、埋め込まれた充填剤を半導体基板上から取り外す、もしくは充填剤を埋め込んだあと半導体基板をウェットエッチングなどで除去する、ことにより得られた充填剤形状を測定することが好ましい。

【0024】エッチングによって凹型となった表面形状は、その深さが深くなると形状をトレースできなくなる。これは探針が孔の底部に入らないためであり、もともと凹状の形状であることが根本的な原因である。

【0025】しかるに上記本発明の方法によれば、エッチングによって抉れた凹の形状を埋め込むように充填剤をつめるから、この充填剤そのものの形状は凸に転換される。このため探針が底に届かないという問題がなくなり、形状を測定することができる。このようにして、高濃度領域においてもドーパント濃度の2次元濃度プロファイルが測定できる。

【0026】また、充填剤の凸形状を測定する本発明では、エッチング量が大きくても形状を測定することができるため、拡散層の深さがより浅くなった場合にも、エッチングによる凹部に探針が入らないという問題が起こらないことから、将来にわたって有効な手法である。

【0027】

【発明の実施の形態】まず本発明の第1の実施の形態について説明する。

【0028】試料の作製からエッチングを行い、表面保護層を除去するところまでは、従来例と同様である。

【0029】例えばシリコンなどの半導体基板の表面の

一領域に形成されたドーパント導入部を持つ測定対象試料を用意し、通常の方法で表面保護層を塗布した後、ドーパント導入部を横切るように切断面を得る。半導体としてシリコンのような例を挙げたが、ガリウムと砒素の化合物のような化合物半導体でも適用できる。ドーパントの導入においては、ドーパントの気相拡散や固相拡散などによる方法のほか、望ましくはpn接合を浅くかつ精度良く形成できるイオン打ち込みを用いても良い。

【0030】切断面は劈開によって得る方法の他に、回転式鋸などの切断機によって切断したのち、機械的研磨法や化学的研磨法などの研磨法やイオンミリング法・表面ダメージ層のエッチングなど通常の鏡面研磨法や表面洗浄法の中の1つ或いはこれらを2つ以上組み合わせ得るのも良い。

【0031】得られた切断面の表面を洗浄した後、通常の方法で、半導体のエッチング量とそのドーパント濃度に応じて依存するような化学エッチング液を用いてエッチングを行う。エッチング条件として、例えば、フッ酸：硝酸：酢酸＝4：40：10の組成比をもつエッチング液を用いて液温20℃±0.5℃で5秒間エッチングを行う。このようなエッチングを行うことにより、エッチング量－ドーパント濃度の依存がエッチングによる表面荒れに比べて充分大きい条件の下で、切断面の各位置でその場所のドーパント濃度に対応した量だけ半導体が発エッチングされることになる。

【0032】エッチング液として硝酸のかわりに水を用いるフッ酸－硝酸－水系のエッチング液を用いても良い。また、フッ酸や硝酸にこだわらずに、半導体のエッチング量とそのドーパント濃度に依存すればいかなる組成・構成のエッチング液をも用いることが可能である。また、エッチング量が依存するドーパント濃度に関して、フッ酸－硝酸－酢酸の場合のように、ドーパントのうち活性化したものすなわちキャリア濃度に依存するエッチング液以外にも、測定の用途に応じて、活性化し・しないに関わらずドーパント全体の濃度に依存するようなエッチング液を採用してもよい。また、エッチングに関して、エッチング中に電圧をかける陽極酸化等の方法や、白色光や紫外光、レーザー光などの光を照射する、或いは全く光を当てない等の条件で行っても良い。

【0033】つづいて通常の方法で前記表面保護層を除去し、前記ドーパント導入部のエッチング状態を示すエッチング表面を前記半導体基板の表面側から露呈させる。

【0034】以下は、本発明の第1の実施の形態が従来技術と異なる工程なので図1および図2を用いて説明する。

【0035】このときエッチングされた半導体表面の形状を側面から見ると、図1(A)に示すように、層間膜2に近い部分で半導体基板1のエッチング量が大い、すなわち半導体基板1が大きく抉れている。

【0036】次に図1(B)に示すように、この半導体表面にエッチングされた半導体基板1の形状を埋め込むように、例えばエポキシ樹脂等の充填剤3をつめる。

【0037】この充填剤としては、エポキシ系などの合成樹脂の他に、虫ロウや松ヤニなどの天然樹脂、粘土類や石膏類など、形状を埋め込み、かつその埋め込んだ形状を固体或いはゲルとして保存できるものならずべて適用可能である。換いて、埋め込んだ充填剤3をはずす、もしくは半導体基板1の方をウェットエッチングなどで除去する。

【0038】これにより図1(C)に示すように、充填剤3の形状は、エッチングされた半導体基板1と形状の凹凸が反対でしかも1対1に対応した、いわゆるレプリカとなる。

【0039】次に図2に示すように、エッチングによる凹形状が凸形状となった充填剤3の表面形状を、原子間力顕微鏡4の探針12を走査して測定する。一方、あらかじめ、ドーパント濃度に対するエッチング量を示したデータを用意しておき、このデータに基づいて、ドーパント濃度を算出する。このようにして、ドーパントの2次元濃度プロファイルを高分解能で得ることができる。

【0040】ここでは充填剤3の表面形状を原子間力顕微鏡で測定する例を挙げたが、充填剤が導電性である場合は走査型トンネル顕微鏡も、更に、探針の走査によって形状をトレースする他の方法全般、例えば触針式段差測定計などを用いた場合にも適用できる。

【0041】このようにして、エッチングによって挟まれた凹の形状を埋め込むようにつめた充填剤の形状は凸に転換され、探針が底に届かないという問題がなくなり、形状を測定することができる。

【0042】これにより、ドーパント濃度の高い部分でも信頼性良く測定を行うことができる。このときの空間分解能は探針先端の曲率半径の5〜20nmで、半導体装置の接合深さサブμmの拡散層におけるドーパント2次元濃度プロファイル測定を行うことができる。

【0043】上記実施の形態ではドーパントとして硼素の例を挙げたが、磷や砒素など通常半導体に導入されるドーパントのいずれにも適用してもよい。

【0044】次に本発明の第2の実施の形態について図3および図4を用いて説明する。

【0045】図3は第2の実施の形態における工程手順を示すフローチャートである。

【0046】まず初めに表面保護層の形成を行う。例えばシリコンなどの半導体基板の表面の一領域に形成されたドーパント導入部を持つ測定対象試料を用意し、第1の実施の形態と同様の方法で表面保護膜を塗布する。

【0047】次に切断面の形成・洗浄を行う。上記ドーパント導入部を横切るように、第1の実施の形態と同様に発開あるいは切断機によって切断したのち顕微鏡法

や表面洗浄法等を組み合わせて切断面を得る。こうして得られた切断面の表面を通常の方法で洗浄する。

【0048】ついでエッチングを行う。第1の実施の形態と同様の方法で、半導体のエッチング量とそのドーパント濃度に応じて依存するような化学エッチング液を用いてエッチングを行う。エッチング条件として、例えば、フッ酸：硝酸：酢酸=2:40:1.0の組成比をもつエッチング液を用いて液温20℃±0.5℃で10秒間エッチングを行う。このようなエッチングを行うことにより、切断面の各位置でその場所のドーパント濃度に対応した量だけ半導体がエッチングされることになる。

【0049】次に表面保護層を除去する。第1の実施の形態と同様、上記表面保護層を除去し、上記ドーパント導入部のエッチング状態を示すエッチング表面を上記半導体基板の表面側から露呈させる(図4(A))。

【0050】次にエッチング形状を測定する。上記表面層の除去によって露呈した、上記ドーパント導入部のエッチング状態を示すエッチング表面を、第1の実施の形態のように例えば原子間力顕微鏡などで測定する。

【0051】ついでエッチング表面に充填剤を塗布する。エッチングされた半導体基板の形状を埋め込むように、第1の実施の形態と同様、例えばエポキシ樹脂等の充填剤をつめる(図4(B))。

【0052】次に充填剤と半導体基板とを分離する。すなわち埋め込んだ充填剤をはずす、もしくは半導体基板の方をウェットエッチングなどで除去し、充填剤を半導体基板から分離する。これにより充填剤の形状は、エッチングされた半導体基板と形状の凹凸が反対でしかも1対1に対応した、いわゆるレプリカとなる(図4(C))。

【0053】次に充填剤形状を測定する。エッチングによる凹形状が凸形状となった上記充填剤の表面形状を、第1の実施の形態と同様、原子間力顕微鏡の探針を走査して測定する。

【0054】続いて充填剤形状の凹凸判定を行う。測定した充填剤形状に全く凹状の形状がないか、一部でも凹状の形状があるかどうかを判定する。

【0055】全く凹状の形状がない場合は、上記充填剤形状からドーパント濃度の算出を行う。すなわち、ドーパント濃度に対するエッチング量を示したデータを用意しておき、このデータに基づいて、充填剤形状から第1の実施の形態と同様にドーパント濃度を算出する。

【0056】一方、一部でも充填剤形状に凹の形状がある場合については、図4を用いて説明を行う。

【0057】充填剤3に図4(C)のB部のような凹状の領域がある場合、充填剤はエッチング形状とレプリカの関係にあることから、もとの半導体1の形状は図4(A)のように、対応する凸状のA部を持っていたはずである。

【0058】まず上記測定した図4(C)の充填剤3の

形状全体から凹状の形状を持つB部を除去した領域のデータを抽出する。次に、図4(C)の除去された、充填剤3で凹状の形状を持つB部については、測定しておいたエッチング形状そのもののデータを抽出する。すなわち、充填剤3の形状とエッチングされた半導体基板1の形状はレプリカの関係にあるので、図4(A)で示したようにエッチング形状を見るとこの領域はA部で凸状になっている。あらかじめドーパント濃度に対するエッチング量を示したデータを用意しておき、このデータに基づいて、抽出された充填剤3のB部以外の形状および半導体のA部のエッチング形状から第1の実施の形態と同様にドーパント濃度を算出する。

【0059】このようにして、第1の実施の形態と同様、ドーパントの2次元プロファイルを信頼性良く高分解能かつ検出下限を充分低く測定することができる。また第2の実施の形態についても第1の実施の形態と同様、記載の半導体の種類やエッチング条件、ドーパントの種類などの条件はなんら制限を受けるものではない。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように、AFMなどの探針を走査して形状をトレースする測定方法では凹部より凸部の測定に有利であることを利用して、本発明では充填剤でレプリカをとる方法によって、エッチング量が大きくても形状を測定することができる。

【0061】このため、ドーパント濃度の高い領域においても信頼性よくドーパント濃度2次元分布測定をすることができる。

【0062】本発明は、原子間力顕微鏡や走査型トンネル顕微鏡を用いた場合にとどまらず、探針の走査によって形状をトレースする他の方法、例えば触針式段差測定計などを用いた場合にも適用できる。

【0063】さらに、拡散層の深さがより浅くなった場合にもエッチングによる凹部に探針が入らないという問題が起こらないことから、将来にわたって有効な手法である。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態の各ステップを順に説明するための断面図である。

【図2】第1の実施の形態を説明するための立体図である。

【図3】第2の実施の形態を説明するためのフローチャートである。

【図4】第2の実施の形態の各ステップを順に説明するための断面図である。

【図5】従来技術の測定試料を説明するための立体図である。

【図6】従来技術のエッチング形状の測定を説明するための立体図である。

【図7】深さ方向におけるドーパント濃度を示す図である。

【図8】半導体エッチング量のドーパント濃度依存性を示す図である。

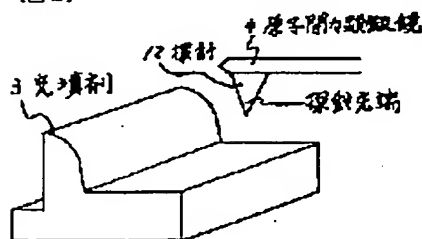
【図9】従来技術のエッチング形状を説明するための断面斜視図である。

【図10】従来技術の測定上の問題を説明するための側面図である。

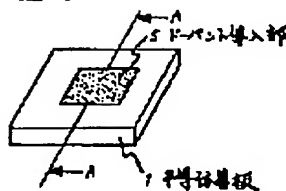
【符号の説明】

- 1 半導体基板
- 2 層間膜
- 3 充填剤
- 4 原子間力顕微鏡
- 5 ドーパント導入部
- 6 エッチングされたドーパント導入部
- 7 走査型トンネル顕微鏡
- 8 劈開面
- 9 ゲート
- 10 拡散層
- 11 側面
- 12 探針
- 13 測定軌跡

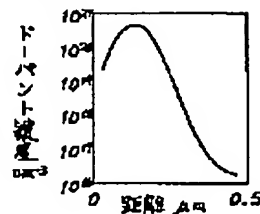
【図2】

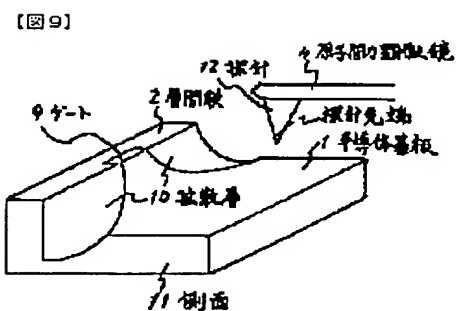
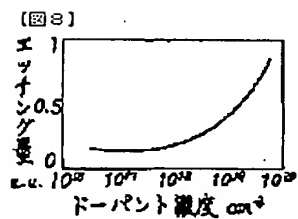
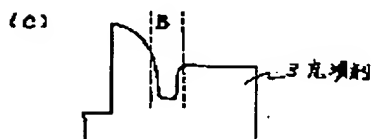
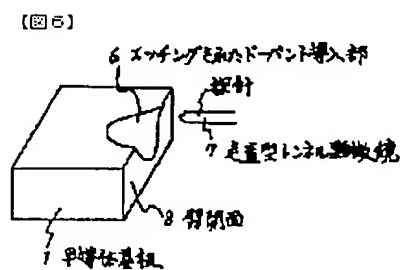
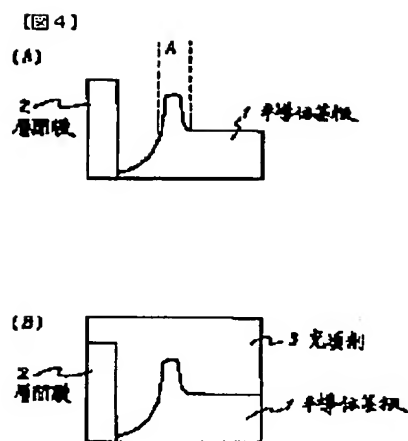
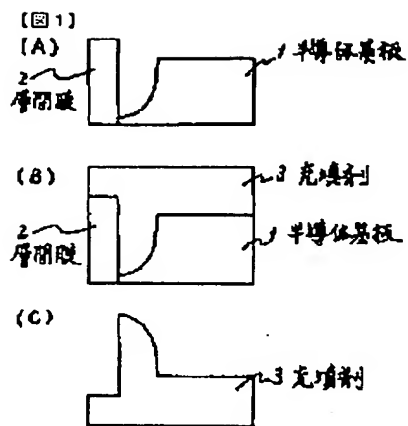


【図5】



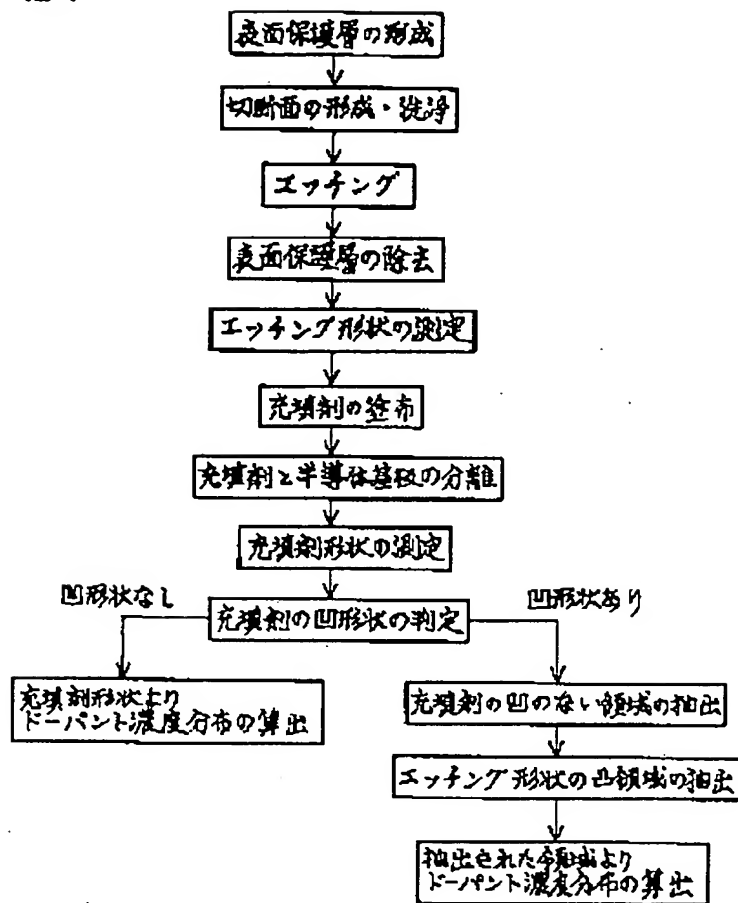
【図7】



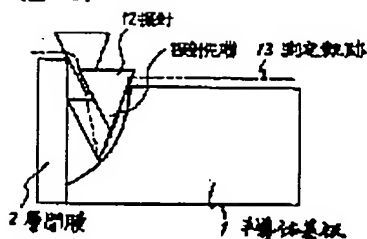




【図3】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.